

Kimmo Latvala

**Muotokate- ja poimulevyprofiilien pakkausprosessin
kehitys ja esisuunnittelu**

Opinnäytetyö

Syksy 2010

Tekniikan yksikkö

Automaatiotekniikka

Koneautomaatio



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Koneautomaatio

Tekijä: Kimmo Latvala

Työn nimi: Muotokate- ja poimulevyprofiilien pakkausprosessin kehitys ja esisuunnittelu

Ohjaaja: Niko Ristimäki

Vuosi: 2010

Sivumäärä: 57

Liitteiden lukumäärä: 11 (poistettu)

Opinnäytetyössä keskityttiin Ruukin muotokatteiden ja matalien poimulevyjen pakkausprosessin kehittämiseen. Työn alkuvaiheessa pyrittiin löytämään kevyitä ratkaisuja, joilla pystyttäisiin tehostamaan järjestelmää siten, että pakkausprosessi ei toimisi tuotannon pullonkaulana sesonkiaikana, vaan joustaisi tuotantomäärien pienentyessä. Lisäksi työssä pohdittiin yksittäisien osa-alueiden kehittämistä, kuten pakkausvariaatioiden vähentämistä ja puualustojen vakioimista.

Kevyiden ratkaisujen lisäksi työssä tehtiin esisuunnittelu laajemmasta automatisoidusta pakkauslinjasta, joka pystyisi toimimaan itsenäisesti riippumatta profiilinipun pituudesta tai profiilien lukumäärästä. Esisuunnittelun jälkeen lopullisen järjestelmän suunnittelun otti haltuun Ruukin projektiryhmä yhdessä järjestelmätoimittajien kanssa.

Asiasanat: pakkausprosessi, esisuunnittelu, automaatio

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Automation Technology
Specialisation: Machine Automation

Author: Kimmo Latvala

Title of the thesis: Development and planning of packing process of tile sheets and low profiled sheets

Supervisor: Niko Ristimäki

Year: 2010 Number of pages: 57 Number of appendices: 11 (Removed)

The aim of the thesis was to develop packing process of Ruukki's tile sheets and low profiled sheets. Rautaruukki Corporation is a international company which use marketing name, Ruukki

First, light solutions that could remove the bottle necks of the packing process and make it flexible, were sought. Also, development of other things, such as decrease variations of packing types and wooden pallets, was considered in this thesis.

In addition to the light solutions, preplanning of a further automated packing line that could operate autonomously, regardless of the profiles' number or sizes was made. After preplanning Ruukki's project group took over the project to be realized with the system supplier.

Keywords: packing process, preplanning, automation

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

SISÄLLYS

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

1 JOHDANTO	2
1.1 Yritysesittely	2
1.2 Ruukki Construction, Vimpeli	2
1.3 Työn taustaa	3
1.4 Tavoite	3
2 PAKKAUSPROSESSI	4
2.1 Lean-ajattelumalli	4
2.2 Tuotannonohjausjärjestelmä	4
2.3 Toiminnanohjausjärjestelmä	5
2.4 Logistiikka	5
2.5 Viivakoodit.....	5
2.6 Takaisinmaksuaika.....	7
2.6.1 Annuiteettimenetelmä	8
2.6.2 Nykyarvomenetelmä	8
2.7 Investoinnin tuotto	8
3 PAKKAUSPROSESSIN KEHITYS	10
3.1 Lähtökohdat	10
3.1.1 Profilointikoneet ja profiilit	10
3.1.2 Raaka-aineet ja pinnoitteet	12
3.1.3 Pakkauslinjat ja -tyypit.....	13
3.2 Haasteellisuus.....	14
3.3 Työn eteneminen	14
3.4 Työvaiheet	15

3.4.1	Tuotannonohjaus	15
3.4.2	Profilointi	16
3.4.3	Kotimaan pakkaus	16
3.4.4	Vientipakkaus.....	17
3.4.5	Kotimaan lastaus	18
3.5	Nosto-/siirtomenetelmät	19
3.6	Ergonomia ja turvallisuus	20
3.6.1	Nostokynsien ja -liinojen asetus.....	20
3.6.2	Puualustojen ja kansien siirto.....	21
3.7	Pakkaustyytit ja puualustat.....	22
3.7.1	Pakkaustyyppien yhdistäminen	22
3.7.2	Puualustojen vakiointi	23
3.7.3	Pientoimitukset.....	25
3.8	Profiilinipun seuranta.....	26
4	PAKKAUSPROSESSIN ESISUUNNITTELU	28
4.1	Nippujen siirto	28
4.2	Pakkauslinjat	29
4.3	Layoutmuutokset.....	30
4.3.1	Layout-1	30
4.3.2	Layout-2.....	31
4.4	Linjaston simulointi.....	31
4.4.1	Karkea simulointi.....	32
4.4.2	Tarkka simulointi	34
4.5	Profiilinipun käsittely vientilinjalla	34
5	TULOKSET.....	35
5.1	Kevyet ratkaisut.....	35
5.1.1	Monitoiminostin profiilinipuille.....	35
5.1.2	Jatkettava vakioalusta ja pakkaustyytit	36
5.2	Laajempi automatisointi	36
6	YHTEENVETO.....	38
	LÄHTEET.....	39
	LIITTEET	

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

Profilointi	Tuotteen valmistusta rullamuovaamalla
Haspeli	Ohutlevykelan aukikelauslaite
ERP	Toiminnanohjausjärjestelmä (Enterprise Resource Planning -system)
EPS	Paisutettu polystyreenimuovi (Expanded PolyStyrene)
Kolli	Logistiikassa käytettävä termi, joka tarkoittaa kuljetuspakkausta tai yksikkökuormaa
EAN	Viivakoodityyppi, joka perustuu GS1:n standardoimaan maailmanlaajuisen tuotenumerointiin (European Article Numbering)
RFID	Viivakoodiin verrattava tunnistusmenetelmä, joka toimii radioaalloilla (Radio Frequency Identification)
Myötölujuus	Materiaalille määritetty jännitysraja, jonka sen on vähintään kestävä ilman pysyvää muodon muutosta

(Rautaruukki 2010.)

KUVA- JA TAULUKKOLUETTELO

KUVA 1. Code 39 -viivakoodi (Code 39 Barcode).....	6
KUVA 2. Kollitarra	17
KUVA 3. Vientikuljettimen ulko-osa.....	18
KUVA 4. Tiilikainen-profiilin nostotapahtuma (taustalla poimulevyprofiilien puskurilinjat).....	21
KUVA 5. Profiilipun rasiustesti.....	25
KUVA 6. Yhdistetty RFID- ja viivakoodilukija	27
TAULUKKO 1. Code 39 -koodeja vastaavat merkit (Code 39 Barcode)	7
TAULUKKO 2. Muotokateprofiilit.....	11
TAULUKKO 3. Poimulevyprofiilit.....	12

1 JOHDANTO

1.1 Yritysesittely

Rautaruukki Oyj on kansainvälinen pörssiyhtiö, jolla on toimintaa 17 eri maassa. Suomessa yhtiöllä on toimipaikkoja ja tuotantoa 29 paikkakunnalla. Työntekijöitä Rautaruukilla on kaikkiaan lähes 12000, joista Suomessa työskentelee yli 7000 henkilöä. Rautaruukki käyttää markkinointinimeä Ruukki. (Rautaruukki 2010.)

Rautaruukki on jaettu 3 eri divisioonaan, jotka ovat rakentaminen (Ruukki Construction), metallituotteet (Ruukki Metals) sekä konepajateollisuus (Ruukki Engineering). (Rautaruukki 2010.)

1.2 Ruukki Construction, Vimpeli

Rautaruukin Vimpelin toimipiste kuuluu rakentamisen divisioonaan jossa keskitytään pääasiassa liike- ja toimitilarakentamiseen, asuinrakentamiseen sekä infrastruktuurirakentamiseen. Yksikössä valmistettavat tuotteet ovat pääosin rullamuovaamalla valmistettuja ohutlevytuotteita, kuten muotokatteet, matalat ja kantavat poimulevyt, sadevesijärjestelmät sekä orsituotteet. (Rautaruukki 2010.)

Vimpelin toimipiste on saanut alkunsa vuonna 1961 kun Paavo Rannila perusti peltiyrityksen Vimpeliin. Yritys kasvoi markkinajohtajaksi ja helmikuussa vuonna 1991 Paavo Rannila Oy siirtyi Rautaruukki Oy:n omistukseen ja samalla se jakautui kahteen yhtiöön, Rautaruukin omistamaan Rannila Steel -osakeyhtiöön sekä Esa ja Kari Rannilan omistamaan Rannila Air -osakeyhtiöön. (Junnila 1996.)

Rannila-brändin alla toimivat yritykset fuusioituivat kokonaisuudessaan Rautaruukkiin 1.1.2004 useiden muiden yritysten kanssa ja Rautaruukki otti tuolloin myös käyttöön markkinointinimen Ruukki (Rautaruukki 2010).

1.3 Työn taustaa

Opinnäytetyön taustalla on yrityksen pitkään jatkunut tavoite kehittää muotokatteiden sekä matalien poimulevyjen pakkausprosessin tehokkuutta sekä muita pakkausprosessiin liittyviä asioita. Nykyään kilpailu on kovaa joka alalla, niin kotimaisten kuin ulkomaistenkin yritysten kanssa, joten on erittäin tärkeää että yritys pystyy tuottamaan hyvälaatuista tuotetta tehokkaasti myös tuotantomäärien kasvaessa.

1.4 Tavoite

Muotokate- ja poimulevyprofiilien pakkausprosessi on käytännössä lähes täysin ihmistyöllä toteutettua, ja tuotantomäärien kasvaessa toimintaa ei ole mahdollista tehostaa riittävästi ilman automatisointia, sillä työvoiman lisäämisellä saavutettava tehokkuuden lisäys olisi hyvin minimaalinen. Työn tavoitteena on "Lean"-ajattelutapaan perustuen löytää toimivia ratkaisuja, joilla pystyttäisiin toimintaa tehostamalla estämään pakkausprosessin toimiminen pullonkaulana sesonkiaikana sekä lisäämään työntekijöiden turvallisuutta ja viihtyvyyttä.

2 PAKKAUSPROSESSI

Pakkausprosessi ei ole pelkästään tuotteen paketointia, vaan se on myös yksi tuotannon osa-alueista, jolla on merkittävä osuus logistiikassa sekä asiakkaan saaman tuotteen lopullisessa laadussa.

Alimitoitettu pakkauksen rakenne tai heikosti pakattu tuote vaarantaa koko tuoterän laadun, sillä pakkaus joutuu erilaisten rasitusten alaisiksi toimituksen aikana. Tyypillisimpiä pakkaukseen kohdistuvia rasituksia ovat iskut, värinä, puristus sekä kosteus. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 239–242.)

2.1 Lean-ajattelumalli

Ajattelumalli perustuu tutkijoiden löytämiin periaatteisiin Toyotan käyttämistä toimintatavoista, jotka niputettiin yhteen ja tälle periaatteelle annettiin nimi ”lean”. Lean-toimintaperiaate perustuu jatkuvaan parantamiseen, jossa pyritään täydellisyyteen mm. poistamalla turhia työvaiheita sekä hukkia. (Vanhamaa 2009, 183.)

2.2 Tuotannonohjausjärjestelmä

Tuotannonohjausjärjestelmä on kevyempi ratkaisu verrattuna toiminnanohjausjärjestelmään. Tuotannonohjausjärjestelmä on tarkoitettu pääasiassa tuotannonohjaukseen ja varastonhallintaan. Tuotannonohjausjärjestelmä ei valvo tai tee itsenäisiä päätöksiä, vaan tuottaa tietoa, joka tukee tehokasta johtamista. (Häkkinen 2003, 19.)

2.3 Toiminnanohjausjärjestelmä

Toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) on kaikkia yrityksen osastoja palveleva tietojärjestelmä, jolla pystytään mm. hallitsemaan yrityksen talousasiat, myynti- ja tilaus-tenkäsittely, tuotannonohjaus ja -suunnittelu sekä varastotoiminnot (Metso 2010).

Perussovelluksiin on usein myös integroitavissa mm. seuraavia ominaisuuksia

- asiakassuhteiden hallintajärjestelmä (CRM) (All About ERP and Business Softwares).
- henkilöstöhallinto (HCM) (ERP Software From SAP).
- toimitusketjun suunnittelu- ja optimointijärjestelmä (APS) (All About ERP and Business Softwares).
- tuotetiedon ja tuotteen elinkaaren hallintajärjestelmä (PDM, PLM) (All About ERP and Business Softwares).

2.4 Logistiikka

Logistiikka on terminä kohtalaisen uusi, vaikka logistiikkaa sinänsä on harrastettu hyvin pitkään. Logistiikka-termi on usein myös yhdistetty toimitusketjun hallintaan, mutta käsitteillä on kuitenkin joitain eroavaisuuksia. Logistiikalla esimerkiksi käsitellään kuljetusten ja toimitusten lisäksi myös yrityksen sisäiset tieto- ja materiaalivirrat. (Blomqvist & Tanskanen 2004, 102–105.)

2.5 Viivakoodit

Viivakoodit (engl. bar codes) ovat pylväsmerkkijonoja, joita luetaan optisesti siihen tarkoitettulla laitteella. Koodit muodostuvat yleensä pystysuorista, eri paksuisista mustista pylväistä/viivoista sekä niiden väleistä. Pakkauksen tietojen vienti järjestelmään on viivakoodilukijan avulla moninkertaisesti nopeampaa ja virheiden määrä on pienempi kuin mitä käsin syötettynä. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 234.)

Profiloinnin yhteydessä tulostettavissa kollitarroissa käytettävä viivakoodi on Code 39 -tyypin viivakoodi, joka on teollisuudessa yleisesti käytetty (Code 39 Barcode). Code 39 -tyypin viivakoodi on itse tarkistava, mikä tarkoittaa että koodia ei tunnisteta lainkaan, mikäli lukemisessa on tapahtunut virhe, viivakoodi on huonosti tulostunut tai kulunut. Code 39:n eroavaisuus esimerkiksi EAN-koodiin on se, että Code 39 pystyy myös numeroiden lisäksi käsittelemään kirjaimia. (Järvi-Kääriäinen & Ollila 2007, 235.)



KUVA 1. Code 39 -viivakoodi (Code 39 Barcode)

TAULUKKO 1. Code 39 -koodeja vastaavat merkit (Code 39 Barcode)

Merkki	Koodi	Merkki	Koodi	Merkki	Koodi	Merkki	Koodi
0	nnnwwnnnn	A	wnnnnnwnnw	L	nnwnnnnnww	W	wwwnnnnnnn
1	wnnwnnnnnw	B	nnwnnnwnnw	M	wnnwnnnnnw	X	nwnnnwnnnw
2	nnwnnnnnnw	C	wnwnnnwnnn	N	nnnnwnnnww	Y	wwnnwnnnnn
3	wnnwnnnnnn	D	nnnnwnnnnw	O	wnnnwnnnwn	Z	nwnnnwnnnn
4	nnnwwnnnnw	E	wnnnwnnnnn	P	nnwnnnnnwn	-	nwnnnnnwnw
5	wnnwnnnnnn	F	nnwnnnwnnn	Q	nnnnnnnnww	.	wwnnnnwnnn
6	nnwnnnnnnn	G	nnnnnnwnnw	R	wnnnnnnnwn	SP	nwnnnnnwnn
7	nnnwnnnwnw	H	wnnnnnwnnn	S	nnwnnnnnwn	*	nwnnnwnnnn
8	wnnwnnnwnn	I	nnwnnnwnnn	T	nnnnwnnnwn	\$	nwnnnwnnnn
9	nnwnnnwnnn	J	nnnnnnwnnn	U	wwnnnnnnnw	/	nwnnnnnwnn
		K	wnnnnnnnnw	V	nwnnnnnnnw	+	nwnnnnnwnn
						%	nnnwnnnwnn

2.6 Takaisinmaksuaika

Yrityksissä on yleistynyt takaisinmaksuajan yksinkertainen laskentamenetelmä, jota käytetään pääasiassa pienten investointien arvioinnissa. Kyseisessä menetelmässä perusinvestointi jaetaan vuotuisella nettotuotolla. Nettotuotto saadaan vähentämällä tarkasteluajanjakson tuotoista investoinnin ylläpidosta aiheutuvat kulut. (Andersson & Ekström & Gabrielsson 2001, 134.)

$$\frac{\text{PERUSINVESTOINTI}}{\text{VUOTUINEN NETTOTUOTTO}} = \text{TAKAISINMAKSUAIKA}$$

(1)

Edellä mainitussa laskentatavassa ei oteta huomioon korkoja tai rahan aika-arvoa. Kaava ei myöskään kerro investoinnin kannattavuudesta, vaan lähinnä tavoitteena on määrittää karkea takaisinmaksuaika (Andersson ym. 2001, 134).

2.6.1 Annuiteettimenetelmä

Annuiteettimenetelmässä perusinvestoinnille määritetään taloudellinen pitoaika, joka toimii tarkastelujaksona laskennalle, jossa korot ja investointi jaetaan tasasuuruiksi eriksi koko pitoajalle. Annuiteettitekijän määrittämiseksi voidaan tavasta riippuen käyttää joko lainan korkoa tai yrityksen menetettävien varojen osuus. Koroa voi myös määrittää käyttämällä yrityksen odotettua tuotto prosenttia. Mikäli investointi aiheuttaa riskejä, niin tällöin korkoa voidaan nostaa riskin suuruudesta riippuen. Vuotuinen koroista sekä poistoista kertynyt pääomakustannus saadaan kertomalla investointi annuiteettitekijällä. (Andersson ym. 2001, 136–137.)

2.6.2 Nykyarvomenetelmä

Nykyarvomenetelmä on myös diskonttauksena tunnettu, jonka periaate on että tuotot ja kustannukset kerätään samaan pisteeseen, kuten esimerkiksi investoinnin hankintahetkeen. Nykyarvomenetelmää käytetään lähinnä silloin, kun investoinnin tuotot ja kustannukset jakautuvat epätasaisesti tarkastelujakson aikana. Menetelmässä huomioidaan mm. rahan arvon aleneminen, mikä tarkoittaa tuottojen mutta myös kustannusten alenemista. (Andersson ym. 2001, 138.)

2.7 Investoinnin tuotto

Annuiteettimenetelmää on mahdollista hyödyntää myös tuoton laskemiseen, mutta tällöin on ensimmäiseksi määritettävä, kuinka suurilla pääomakustannuksilla in-

vestointi saadaan vuosittain katettua. Määrityksen jälkeen pääomakustannukset jaetaan perusinvestoinnilla, jolloin vastaukseksi saadaan annuiteettitekijä. (Andersson ym. 2001, 143.)

$$\frac{\text{VUOSITTAINEN PÄÄOMAKUST.}}{\text{PERUSINVESTOINTI}} = \text{ANNUITEETTITEKIJÄ} \quad (2)$$

3 PAKKAUSPROSESSIN KEHITYS

Tehokkaan tuotannon edellytyksenä on, että suunniteltava linja on mahdollisimman yksinkertainen, jolloin myös kunnossa- sekä käynnissäpito on yksinkertaisempaa. Varsinkin linjamuotoisessa tuotannossa korostuu häiriöttömyyden merkitys, sillä yhden työsolun vika/häiriö voi johtaa koko linjan pysähtymiseen.

3.1 Lähtökohdat

Seuraavissa kohdissa käydään mm. läpi profilointi- ja pakkauslinjojen lisäksi muotokatteiden sekä poimulevyjen profiilityypit sekä niissä käytettävät materiaalit ja pinnoitteet.

3.1.1 Profilointikoneet ja profiilit

Muotokate ja poimulevylinjoja kyseisessä tuotantotilassa on yhteensä 11 kpl (loka-kuu 2010) sekä kaksi pakkauslinjaa, joista toinen on kotimaan pakkaukseen ja toinen vientipakkaukseen. Profilointilinjat koostuvat haspelista, rullamuovausyksiköstä, leikkausyksiköstä, vastaanottolaitteesta sekä puskurilinjasta. Muotokatelinjojen puskurilinjat ovat hihnakuljettimia ja poimulevyjen sekä Vintage-linjan puskurilinjat ovat rullakuljettimia.

Muotokatelinjoja on yhteensä 5 kpl, joista kolmella koneella tehdään Tiilikainen-profiilia (TS39-350–1100). Yhdellä em. koneista ajetaan ainoastaan vientiin menevät profiilit. Neljännellä koneella valmistetaan Eliitti-profiilia (TS60-400-1025) ja viidennellä koneella valmistetaan Vintage-profiilia, joka on uusi profiili ja kotimaahan sitä ei vielä käytännössä ole toimitettu lainkaan. Vintage-profiili on todellisu-

nessa pystysaumakate, mutta tässä työssä se on luettu muotokatteisiin vain toiminnallisista syistä.

TAULUKKO 2. Muotokateprofiilit

Tuote	Tyyppi	Paksuus (mm)	Raaka- aineen leveys	Teräs	Sinkin määrä (g/m ²)
Tiilikainen	TS39-350-1100	0,45	1250	S280	Z275
		0,50	1250	S280	Z275
Eliitti	TS60-400-1025	0,50	1250	S280	Z275
Vintage	SR30-1120	0,50	1250	S280	Z275

Poimulevylinjoja profilointihallissa on kaikkiaan 6 kpl, ja kaikilla linjoilla valmistetaan eri profiilia. Valmistettavat profiilit selviävät taulukosta 3.

TAULUKKO 3. Poimulevyprofiilit

Tuote	Tyyppi	Paksuus (mm)	Raaka- aineen leveys	Teräs	Sinkin määrä (g/m ²)
T20	-72-1090	0,45	1250	S280	Z275
	-30-1090	0,50	1250	S280	Z275
	-30W-1090	0,60	1250	S320	Z275
T20S	-42-1070	0,45	1250	S280	Z275
	-42W-1070	0,50	1250	S280	Z275
		0,60	1250	S320	Z275
S18	-92W-1100	0,45	1250	S280	Z275
		0,50	1250	S280	Z275
		0,60	1250	S320	Z275
T15	-115-1134	0,45	1250	S280	Z275
	-25-1134	0,50	1250	S280	Z275
	-115V-1134	0,60	1250	S320	Z275
T45	-30-905	0,60	1250	S320	Z275
	60-905	0,60	1250	S320	Z275
	-30L-905	0,60	1250	S320	Z275
		0,70	1250	S350	Z275
T45E	-95E-1025	0,60	1250	S320	Z275
	-30E(W)-1025	0,60	1250	S320	Z275
		0,70	1250	S350	Z275

3.1.2 Raaka-aineet ja pinnoitteet

Profiileissa käytettävät raaka-aineet ovat pääsääntöisesti 0,50 ja 0,60 millimetrin paksuista S280GD+Z tai S320GD+Z muovattavaa sinkkipohjaista rakenneterästä, joiden myötölujuudet (R_{eH}) ovat vähintään 280 ja 320 MPa. Muutamia tuotteita on saatavilla myös 0,45 mm sekä 0,70 mm paksuisina, kuten kohdassa 3.1.1 olevista taulukoista 2 ja 3 voi havaita. (Rautaruukki 2010.)

Edellä mainitut raaka-aineet valmistetaan Rautaruukin Hämeenlinnan terästehtaal- la, josta ne tulevat n. 6000 kg:n painoisina valmiiksi pinnoitettuina keloina. Profi- loinnissa voidaan erikoistapauksissa käyttää raaka-aineena myös ruostumatonta terästä, alumiinia tai kuparia. (Rautaruukki 2010.)

Profiileissa käytettävät pinnoitteet ovat Purex, Pural matta, Pural, Polyester, PVDF sekä PVDF matta. Pinnoitteiden saatavuus vaihtelee profiileittain ja esimerkiksi Pural on tammikuusta 2011 saatavissa muotokatteiden vakiopinnoitteena ainoastaan Venäjälle toimitettaviin profiileihin.

Osa poimulevyprofiileista voidaan toimittaa myös siten, että profilointi suoritetaan ajamalla nauha koneelle siten, että pintaväri jää alapuolelle, jolloin profiilista saadaan aivan erinäköinen. Poimulevyprofiileja on mahdollista saada myös sinkittyinä sekä rei'itettyinä, ja niitä voidaan käyttää myös julkisivuverhoilussa sekä sisäkattoina.

3.1.3 Pakkauslinjat ja -tyypit

Pakkauslinjat koostuvat kahdesta kapulakuljettimesta, joiden välissä on kiristekalvo-käärintäkone. Kotimaahan kuljetettavat paketit lastataan profilointihallin toisessa päässä siltanosturilla suoraan avolava-autoihin ja vientiin menevät profiilit johdetaan kapulakuljettimella profilointihallin päädyistä ulos, josta ne siirretään trukilla vientilastausalueelle.

Nykyinen pakkausprosessi toimii keskimäärin 4 henkilöllä kahdessa vuorossa ja profilointilinjoja on maksimissaan yhtä aikaa käynnissä 6 kpl. Kaikki siirto- ja nostotapahtumat hoidetaan pääosin siltanosturin avulla liinoja tai nostokynsiä käyttäen, mutta joissain tapauksissa joudutaan turvautumaan käsin tehtäviin nostoihin.

Yleisimmin käytettäviä profiilipakkaustyypppejä on kaikkiaan 11 variaatiota, jotka on jaettu muotokatteisiin sekä poimulevyihin sekä niiden sisäisesti vienti- ja kotimaan tyypppeihin.

3.2 Haasteellisuus

Työn haasteellisuus oli havaittavissa heti alkuvaiheessa, sillä profiilipakkauksen käytettävissä oleva tila rajoittaa suurien muutoksien tekemistä profiloitihallin pohjaratkaisuihin (Liite 1).

Toinen työn haastavuudesta kertova asia on se, että nykyinen toimintaperiaate on ollut käytössä hyvin pitkään ja samaisesta asiasta on tehty muitakin opinnäytetöitä, mutta niiden kehitysideat ovat jääneet toteuttamatta ja pääsyyinä yleisesti ottaen on ollut liian pitkä takaisinmaksuaika.

Profiilien pituudet vaihtelevat muotokateprofiilien osalta välillä 0,8 – 8 m ja poimulevyprofiilien osalta 0,5 – 15 m. Vaihtelevat pituudet vaikeuttavat mm. profiilien automaattista käsittelyä. Pääsyyinä edelliseen on se, että pakkauslinjojen materiaalivirrat ovat 90° kulmassa tuotantolinjojen materiaalivirtoihin nähden, eli kaikki profiiliniput on käännettävä, kun ne siirretään pakkauslinjalle.

3.3 Työn eteneminen

Työ aloitettiin tekemällä alustava suunnitelma työn etenemisestä sekä projektin aikataulu Microsoft Project Management -ohjelmistolla. Aikataulutuksen jälkeen työtä jatkettiin seuraamalla tuotannossa asioita, jotka vaikuttavat pakkausprosessin tehokkuuteen heikentävästi, tai ovat esimerkiksi ergonomian/turvallisuuden kannalta kehitettäviä asioita.

Tuotannossa seurattavat asiat ovat:

- profiloinnin, pakkauksen sekä lastauksen työvaiheet ja -järjestykset
- yhtäaikaaisesti käynnissä olevat profiloitikonet
- hidastavat tekijät/työmenetelmät
- turvallisuus/ergonomia
- muut tuotantoa haittaavat tekijät

Seurannan jälkeen huomioista ja muistiinpanoista tehtiin yhteenveto siitä, että mitä asioita lähdetään kehittämään eteenpäin.

Alustavien suunnitelmien mukaan oli tarkoitus pyrkiä tekemään kevyitä mutta toimivia ratkaisuja, joilla tavoitteet saavutettaisiin. Jo aika alkuvaiheessa kuitenkin huomattiin, että kevyillä ratkaisuilla ei ehkä saada riittävästi tehostettua pakkausprosessia, joten kevyiden ratkaisujen lisäksi päätettiin myös lisäksi pohtia laajempaa automatisoitua järjestelmää, joka pystyisi esimerkiksi itsenäisesti noutamaan valmiit profiiliniput puskurilinjoilta.

3.4 Työvaiheet

Jotta lukija saisi mahdollisimman hyvän kokonaiskuvan profiloinnista, niin tässä osassa käydään läpi profiloinnin työvaiheet aina profiilitilauksen saapumisesta tuotteiden lastaukseen.

3.4.1 Tuotannonohjaus

Vimpelin yksikön toiminta perustuu pääosin imuohjaukseen (JIT = Just In Time), joka saanut alkunsa Japanista. Suomessa termille käytetään vastinetta (JOT = Juuri Oikeaan Tarpeeseen), eli tuote valmistetaan vasta sen jälkeen, kun se on tilattu. Toinen periaate on, että yhdessä tuotantosolussa tehdään vain ja ainoastaan seuraavassa solussa vaadittavat työt. Tällä toimintaperiaatteella saavutettava pääasiallinen etu on, että valmiiden tuotteiden varastointiin ei sitouduta juurikaan pääomaa. (Andersson ym. 2001, 188–189.)

Tilauksen saavuttua Ruukille se kirjataan järjestelmään, jonka jälkeen logistiikkayksikössä tilaukselle määritetään lastausalue sekä -päivä ja tuotteet lisätään kyseisen päivän lähteviin kuormiin. Kuormien tekemisen jälkeen tuotannonohjaajat määrittävät tuotteiden profilointisolun sekä päivittäisen profilointijärjestyksen.

Rautaruukin Vimpelin yksikössä, ja joillain alihankkijoillakin on käytössä RanWork-tuotannonohjausjärjestelmä, joka on Rannila Steel Oy:lle räätälöity järjestelmä. Kyseinen järjestelmä alkaa kuitenkin olla jo aika iäkäs, eikä vastaa tämänpäiväisiin tarpeisiin riittävän hyvin.

Rautaruukissa on meneillään erillinen projekti, jossa kaikissa toimipisteissä on tarkoitus siirtyä käyttämään SAP-ohjelmistoa, joka on nykyaikainen ja yrityksen tarpeisiin räätälöitävissä oleva toiminnanohjausjärjestelmä (Rautaruukki 2010).

3.4.2 Profilointi

Koneenkäyttäjä aloittaa profiloinnin tulostamalla päätteeltä seuraavan tilauksen kollitarrat, joista näkyy mm. käytettävä raaka-aine, jonka hän vaihtaa haspeliin, mikäli raaka-aine ei ole samaa kuin edellisen ajon raaka-aine. Uusi raaka-aine syötetään rullamuovausyksikköön, jossa nauhan muovaus halutunlaiseen profiiliin suoritetaan.

Rullamuovauksen jälkeen profiili kulkee leikkausyksikön läpi, jossa muotokatteisiin tehdään poikittaiset pokkaukset määräväleihin. Leikkausyksikön perässä oleva vastaanottolaite vastaanottaa profiilia, kunnes profiili leikataan tilauksessa olevan mitan mukaisesti. Leikkauksen jälkeen vastaanottolaite niputtaa profiileja automaattisesti kolleittain. Nipun tultua valmiiksi profilointikoneenkäyttäjä siirtää nipun puskurilinjalle ja laittaa kollitarran nipun päälle, jonka jälkeen hän voi aloittaa uuden kollin profiloinnin.

3.4.3 Kotimaan pakkaus

Profiilininipun ollessa valmiina puskurilinjalla se noudetaan siitä käyttäen joko nostorakseja, joiden päässä on nostokynnet, tai nostoliinoja ja siirretään kotimaan pakkauslinjalle, jossa profiiliniippujen alareunaan asetetaan teräksiset kulmasuojat.

Kulmasuojat jakavat nostoliinojen aiheuttamaa kuormitusta pitemmälle matkalle ja myös jäykistävät nippua hieman sen pituussuunnassa.

Pakkauslinjan ollessa täynnä profiilinippujen päältä otetaan kollitarrat ja niiden tilalle asetetaan asennusohjeet, jonka jälkeen kaikki linjalla olevat niput kääritään pääsääntöisesti yhdellä kertaa.

Käärinnän jälkeen profiilinippujen välistä katkaistaan kiristekalvo, ja päälle liima-
taan kollitarrat sekä mahdollisesti särkyvä-tarra. Mikäli kyseessä on alle 1,5 metrin kolli, niin tällöin kolli kääritään käsin, koska käärintäkoneita ei ole varustettu sisä-
kuljettimella. Mikäli profiilit ovat sinkkipinnoitettuja, niin tällöin niitä ei kääritä lain-
kaan, vaan ne siirretään suoraan nosturilla kotimaan lastausalueelle.

RUUKKI		Rautaruukki Oyj Kalkkimaentie 1 Puhelin: 020 59 127		62800 VIMPELI	
Toimitusosoite: Rautaruukki Oyj Kalkkimaentie 1 62800 VIMPELI		TILAUSNRO: 827071 Merkki: Testi / Latvala Kimmo Puh.nro. 020 59 127 /		Kolli: 1 NO Pakkaus: ei pakkausta Toim.tapa: NOUTO Erik.käs: Vimpelistä	
Pos.Nimike	Kpl*Pituus	Leveys	Yks.	Määrä Yks	Raaka-aine
10 II-laatu tiilikainen MM542102	10 10 * 7 000 mm			77.00 M2	II-laatu 1250 RR32 Purex MM542102
Yhteensä: 77.00 M2		356	KG	KASITTELIJA MKP	Pihamyynti Vimpeli: Toppinen
LASTAUSPVM: 14.09.2010		KULJETUSALUE: 04 ALUE4		KUORMANRO: 269736 / 70	VTKN2 14.09.2010

KUVA 2. Kollitarra

3.4.4 Vientipakkaus

Vientipakkauslinjan periaate on sama kuin kotimaan pakkauksen, mutta kollien alle tulee pääsääntöisesti puualusta ja päällä käytetään aaltopahvia suojaamaan nipun päällimmäisiä profiileja. Joissain tapauksissa käytetään myös puukansia. Puualusta mahdollistaa kollien lastauksen ja purkamisen trukin avulla, mutta myös suojaa alimpia profiileja.

Kun nippu on nostettu alustalle ja pahvit on asetettu, niin nipun yläreunoihin asetetaan teräksiset kulmasuojat ja koko paketti vanteutetaan muovivanteella alustassa olevien urapuitten kohdalta. Tämän jälkeen kollitarra otetaan profiil nipun päältä ja tilalle asetetaan kohdemaan mukaiset asennusohjeet ja paketti ajetaan kiristekalvokäärintäkoneen läpi. Viimeiseksi paketin päälle liimataan kollitarra sekä purkupaikkatarra, joka tulee näkyviin myös nipun sivulle purkamisen helpottamiseksi.



KUVA 3. Vientikuljettimen ulko-osa

3.4.5 Kotimaan lastaus

Toimitusperiaate kotimaahan tapahtuu suuntakuormina, eli Suomi on jaettu kuuteen osaan ja tiettyinä päivinä kuormat lastataan erikseen määrätyille alueille (Liite 7). Tästä johtuen esimerkiksi maanantaina voidaan profiloida torstaina lastattava

nippu, jolloin tällaiset niput vievät ylimääräistä tilaa lastausalueelta, jossa ei tilaa ole lainkaan liikaa.

Kun profiilinippu on kääritty, niin sen jälkeen se nostetaan kapulakuljettimelta kotimaan lastausalueelle kuormakohtaiseen paikkaan. Lattialle siirretyt niput tulisi saada valmiiksi oikeaan järjestykseen, jolloin niiden lastaaminen autoon sujuisi jouhevammin.

Tilanpuutetta voitaisiin helpottaa, mikäli kuormat tehtäisiin sisällä valmiiksi erillisiin kuormahäkkeihin, ja kuorman valmistuttua häkki siirrettäisiin trukilla pihalle katokseen odottamaan lastausta. Tämä ratkaisu myös nopeuttaisi lastausaikaa huomattavasti, joka normaalisti siltanosturilla tehtynä on noin 1 - 2 tuntia. Kuormahäkkien suunnittelussa tulisi ottaa huomioon, että kun profiiliniput on jaettu, niin autot haakevat paluukuormaan yleensä teräskeloja, joiden tulisi sopia häkkien kanssa ilman ongelmia.

Toinen merkittävä asia on häkkien kuormankantokyky nostotilanteessa sekä käytettävissä olevien trukkien nostotehot. Mutta mikäli häkit otettaisiin käyttöön, niin niistä voisi olla apuja myös muihin ongelmiin. Itse kuormahäkkeihin liittyvä ongelma saattaa olla niiden paino/koko sekä tarvittava lukumäärä.

3.5 Nosto-/siirtomenetelmät

Kaikki siirrot ja nostot profiilipakkauksessa tapahtuvat joko käsin tai siltanosturin avulla liinoja tai nostokynsiä käyttäen. Nostokynsiä käytetään muotokateprofiilien siirtoon ja liinoja käytetään poimulevyjen siirtoon pakkauslinjalle sekä kotimaan pakkauslinjan tyhjäykseen. Nostovälineitä säilytetään muotokatealueen ja poimulevyalueiden välissä, mutta vaihtoihin kuitenkin kuluu ylimääräistä aikaa.

Toinen menetelmä, johon ylimääräistä aikaa kuluu, on poimulevyjen nouto puskurilinjalta. Varsinkin pitkän poimulevynipun noudossa nostoliinan paikoitukseen

saattaa kulua jopa pari minuuttia, koska nosto tapahtuu vain yhdellä liinalla, ja sen paikoitus nipun painopistekohtaan on erittäin hankalaa. Painopistekohdan löytämistä vaikeuttaa myös se, että jos nippuun tulee eripituisia profiileja, niin kaikki poimulevyprofiilit tasataan toisen pään kanssa, jolloin nipun painopiste ei olekaan enää pisimmän profiilin puolella välissä, vaan jossain mielivaltaisessa kohdassa, jonka paikannus manuaalisesti on erittäin haastavaa.

Tähän menetelmään pohdittiin aluksi itsenäisesti ratkaisua nostovälineistä, joilla voitaisiin nostaa kaikki niput profiilin tyypistä tai -koosta riippumatta. Jotta nosto-apuväline olisi käyttöön soveltuva, niin ensimmäinen ehto on, että liinat voitaisiin jättää nostoprosessista pois. Toinen ehto joka määriteltiin oli, että nostovälinettä voitaisiin käyttää rajoituksetta nosturin kauko-ohjaimella. Tällöin nosturin käyttäjä saisi lukittua nostovälineen ja muutettua kiinnityspisteiden etäisyyttä toisiinsa sekä painopisteeseen nähden.

3.6 Ergonomia ja turvallisuus

Ergonomisesti kehitystä kaipaavat asiat liittyvät pääosin nosto- ja siirtomenetelmiin, joita käsitellään seuraavissa kohdissa.

3.6.1 Nostokynsien ja -liinojen asetus

Nostokynsien asettaminen vaatii työntekijältä kurottautumista nostettavan profiilinipun ylitse, mikäli hän toimii yksin ja sama ongelma on liinojen käyttämisessä. Liinat on valmiiksi asetettu rullakuljettimien rullien väliin ja kun profiilinippu ajetaan puskurilinjalle, niin liinat ovat jo valmiina nipun alla, mutta työntekijä joutuu tässäkin toimenpiteessä kurottautumaan profiilinipun ylitse saadakseen liinan toisen pään käsiin. Ongelma poistuisi, mikäli työntekijä asettaisi ensin toisen puolen nostokynnet/-liinan ja siirtyisi sen jälkeen toiselle puolelle, mutta käytännössä heidän on kuitenkin helpompi työskennellä pelkästään toiselta puolelta.

Myös kohdassa 3.5 mainittu monitoiminen nostoapulaite ratkaisisi em. ongelmat.



KUVA 4. Tiilikainen-profiilin nostotapahtuma (taustalla poimulevyprofiilien puskurilinjat)

3.6.2 Puualustojen ja kansien siirto

Toinen parannusta kaipaava asia on tapa, jolla työntekijät käsittelevät vientipaketteihin tulevia puualustoja ja -kansia. Samanaikaisesti kun profiilinippua ollaan noutamassa, niin kaksi tai useampi työntekijä valmistelee pakkauslinjaa, kuten asettavat puualustat valmiiksi pakkauslinjalle odottamaan profiilinippua.

Puualustojen asetus tapahtuu siten, että työntekijät ottavat pakkauslinjan vieressä olevista alustanipuista sopivan mittaisen alustan käsin ja siirtävät sen pakkauslinjalle. Työntekijät joutuvat käsittelemään jopa 8 metrisiä alustoja, jotka ovat jo hyvin

painavia etenkin, jos ne ovat märkiä/jäisiä. Tämä on myös pienehkö turvallisuus-riski.

Ensimmäisenä mieleen tullut asia oli, että alustat voisi siirtää nosturilla, mutta se heikentäisi pakkausprosessin tehokkuutta merkittävästi, jos tapahtumaan käytettäisiin samaa nosturia, kuin jolla noudetaan niput puskurilinoilta.

Yksi mahdollisuus olisi siirtää pakkauslinjaa lähemmäksi profilointikoneita, jolloin puualusta ja -kannet voitaisiin varastoida seinän viereen ja alustojen läheisyyteen voitaisiin asentaa joko seinäkääntö- tai pylväskääntönosturi, jolla alustat ja ehkä kannetkin voitaisiin tarvittaessa nostaa.

Toinen mahdollisuus olisi kehittää automatisoitu alustan asetus laitteisto, joka voisi esimerkiksi olla harvalauta-alustojen siirtoon soveltuva alipainetarttujilla varustettu manipulaattori. Alustan materiaalin vuoksi alipainetarttujen imukanavat tulisi olla eriytetty toisistaan siten, että mikäli imukanava ei osu laudan kohdalle, niin se ei kuitenkaan heikentäisi alipainetarttujan nostokykyä.

3.7 Pakkaustyypit ja puualustat

Pakkausvariaatioita on huomattava määrä ja tuota määrää on saatava pienennettyä ja järjeistettyä, mikäli se on mahdollista. Vakiopuualustoja on kolmea eri pituutta (3, 4 ja 5 m) ja lisäksi on saatavilla määrämittäisiä alustoja jopa 8 metrisenä. Jo pelkästään automatisoinnin kannalta edellä mainittuja variaatioita on vakioitava enemmän, jolloin myös pakkausprosessin laajempi automatisointi olisi mahdollista.

3.7.1 Pakkaustyyppien yhdistäminen

Pakkaustyyppien vähentämisessä lähdettiin etenemään luomalla ensin taulukko Microsoft Excel -ohjelmistolla. Taulukon riveille laitettiin yleisimmin käytössä olevat

pakkaustyyppit ja sarakkeisiin pakkauksissa käytettävät materiaalit. Näin saatiin hyvä kuva kokonaisuudesta. Luomalla toinen taulukko ensimmäisen alapuolelle saatiin yhdistettyä pakkauksien rakenteita.

Rakenteiden yhdistämisessä jouduttiin kuitenkin tekemään kompromisseja, ja pakkaustyyppien vähentämiseksi jouduttiin lisäämään muutama alkuperäiseen pakkaustyyppiin materiaaleja, joka ei välttämättä kestävän kehityksen kannalta ole paras mahdollinen vaihtoehto, mutta kokonaisuudessaan kyseinen asia on kuitenkin hyvin marginaalinen.

3.7.2 Puualustojen vakiointi

Automatisoinnin ja varastoinnin kannalta paras mahdollinen ratkaisu olisi yksi vakiokokoinen alusta ja siltä pohjalta asiaa lähetettiin kehittämään. Päällimmäinen asia vakiokokoinen alustan kehittämisessä on löytää ihanteellinen pituus alustalle. Tämän asian selvittämiseksi on tutkittava, kuinka paljon profiilinippu voi olla pidempi kuin alusta.

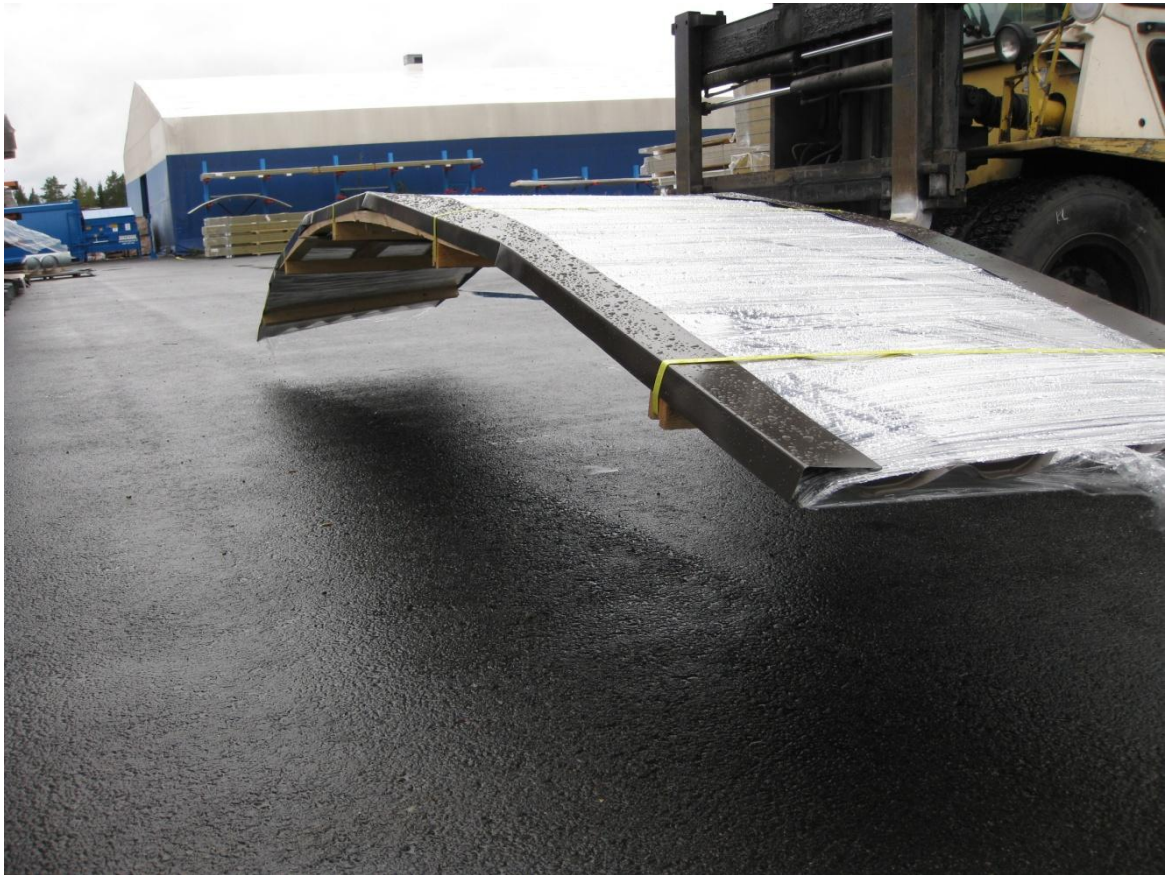
Ensimmäiseksi asiaa selvitettiin siten, että ajettiin erityyppisiä profiilinippuja hihnakuljettimella tyhjän päälle, ja tutkittiin mikä voisi olla maksimi ylitys, jonka profiilinippu kestää vaurioitumatta. Teoriassa tuon asian olisi voinut tehdä laskennallistakin, sillä käytettävien materiaalien lujuusominaisuudet on saatavissa. Laskennasta olisi kuitenkin tullut erittäin epätarkka, koska profiilien muodot eivät välttämättä ole täysin verrattavissa piirustuksiin. Toinen asiaa hankaloittava tekijä on muotokateprofiileihin tehtävät poikittaiset pökkaukset, jotka alentavat huomattavasti profiilin pituussuuntaista taivutusvastusta [W].

$$W = \frac{I}{e} = \frac{\text{PROFIILIN POIKKILEIKKAUKSEN NELIÖMOMENTTI}}{\text{SUURIN REUNAETÄISYYS NEUTRAALIAKSELISTA}} \quad (3)$$

Tutkimuksen jälkeen tehtiin arviointi siitä, kuinka paljon maksimi ylitys voisi olla, ja tämän arvioinnin perusteella aloitettiin alustan pituuden määrittäminen. Alustan pituus määritettiin siten, että sellaiset profiilinippujen pituudet, joiden tilausmäärä on suurin, tulisi saada yhdelle alustalle. Kun kyseinen mitta saatiin selvitettyä, niin tuosta mitasta vähennettiin arvioitu maksimi profiilinipun ylitys molemmista päistä ja tuloksena saatiin alustan pituus, joka soveltuu käytettäväksi suurimmassa osassa toimituksia.

Käytännön testi suoritettiin laskennan mukaisella alustalla ja tilaamalla testikäyttöön 7 metrin pituinen 10 profiilia sisältävä nippu, joka oli varmuuden vuoksi 0,5 m pidempi, kuin alustalla laskennallisesti suurin käytettävä nipun pituus. Paketin valmistuttua testaus suoritettiin trukilla, jonka nostopiikkien väli on pienempi, kuin se todellisessa tilanteessa olisi. Profiilinippua vielä rasitettiin rytkyttämällä sitä trukin piikeissä, jotta testi olisi mahdollisimman rankka. Testin päätteeksi tehtiin silmäääräinen tarkastus profiileille, jossa tutkittiin mahdolliset vauriot.

Mikäli tarvitaan alusta yli 6,5 metrin muotokateprofiilinipuille, niin tällöin on kyettävä rakentamaan kahdesta 4 metrin alustasta yksi 8 metrin alusta.



KUVA 5. Profiilipun rasiustesti

3.7.3 Pientoimitukset

Poimu- ja muotokateprofiileilla ei ole lainkaan minimi tilausmäärää, joten alle 5 profiilin tilauksia tulee kohtalaisia määriä, ja myös yksittäisiä profiileja tilataan silloin tällöin. Pientoimitusten ongelmana on tuotteiden saaminen asiakkaalle vahingoittumattomina.

Yksi vaihtoehto olisi pakata pientoimitukset umpilaatikkoon, jolloin tuotteiden vaurioitumismahdollisuus olisi hyvin minimaalinen, mutta tämä toimintatapa nostaisi pientoimituksen hinnan ehkä kohtuuttoman korkeaksi.

Toisena vaihtoehtona on kehittää tarvittaessa pitkittäisillä vahvikkeilla varustettu EPS-alusta ja -kansi, jotka sopisivat kaikkiin profiloitaviin tuotteisiin, mutta tällaisen

toteuttaminen on erittäin hankalaa sillä profiilit ovat niin erityyppisiä. Toisena hankaluutena on löytää toimittaja pitkille ja muotoiluille EPS-tuotteille. Lisäksi pakkauksen ympäristöystävällisyys on eräs askarruttava asia.

Pientoimitukset voitaisiin asettaa alustalle ja päälle poimujen kohdalle asetettaisiin solukumiputket/-tangot, jotka pienentäisivät profiiliin kohdistuvia kuormituksia. Tällä menetelmällä yksittäisen pakkauksen hinta ei kohoasi kohtuuttomasti, mutta valitettavasti kyseistä menetelmää ei voitu testata.

Mikäli kohdassa 3.2.4 mainittu kuormahäkki otettaisiin käyttöön, niin tällöin häkkiin olisi ehkä mahdollista integroida erilliset telineet, joille pientoimitukset aseteltaisiin. Tämä menetelmä olisi toimivin ratkaisu myös kestävän kehityksen kannalta.

3.8 Profiilinipun seuranta

Nykyisessä tuotannonohjausjärjestelmässä (RanWork) profiilinippu näkyy valmiina jo siinä vaiheessa, kun profiilointikoneenkäyttäjä lopettaa profiiloinnin, eli aivan liian aikaisessa vaiheessa. Jotta tieto olisi realistinen, niin profiilinipun tulisi kuittaantua valmiiksi aikaisintaan siinä vaiheessa, kun profiilinippu on kääritty. Lisäksi tuotannon-/toiminnanohjausjärjestelmässä olisi kuitenkin hyvä näkyä myös tieto, että profiilointi on aloitettu sekä tieto, että profiilointi on valmistunut.

Käytännöllisin profiilinipun seurantaan soveltuva laite on laser-lukija, joka lukee profiilinipun päällä olevan viivakoodin määrätyissä pisteissä ja tieto näkyisi reaaliaikaisesti toiminnanohjausjärjestelmässä, että mitkä työvaiheet profiilinipulle on tehty. Myös optisen lukijan käyttö on mahdollista, mutta laserlukijalla saavutettaisiin parempi tarkkuus ja lukuetaisyys. Lisäksi laser-lukijan toiminta ei häiriinny, vaikka viivakoodi on vinossa lukijaan nähden.

Eräs vastaavanlainen vaihtoehto olisi käyttää RFID-teknologiaa, mutta tämä aiheuttaisi lisäkustannuksia, koska käytössä on jo viivakoodit sekä viivakoodin lukijoita.

RFID-tekniologiaan siirtyminen voisi kuitenkin korvata viivakoodit täysin, mutta tämä ei välttämättä olisi muutoin järkevää.



KUVA 6. Yhdistetty RFID- ja viivakoodilukija

4 PAKKAUSPROSESSIN ESISUUNNITTELU

Automatisoinnin pohdinnassa edettiin hintaperiaatteella, eli tavoitteena oli suunnitella mahdollisimman monipuolinen järjestelmä, mutta joka olisi myös erittäin kustannustehokas.

Automatisoinnin suunnittelussa pohdittiin mm. nippujen siirtoa, pakkausprosessia, sekä nippujen reaaliaikaista seuranta. Jotta automatisointi kyseisiin tiloihin saataisiin järkevästi, niin tuotantotilan layoutiin eli pohjaratkaisuun on tehtävä muutoksia. Layout-muutoksien tekemiseen käytetään AutoCad LT 2010 -ohjelmistoa.

4.1 Nippujen siirto

Valmiiden nippujen siirtoon tulisi löytää ratkaisu, jolla pystyisi noutamaan kaikki mahdolliset rullamuovauslinjoilta tulevat variaatiot, joilla ei ole mitään vakiomittaa ja siirtämään ne pakkauslinjalle.

Nippujen siirtämiseen voisi käyttää portaalinosturia, joka noutaisi niput puskurilinoilta, mutta nippujen pituuksien vuoksi automaattisen nostolaitteen suunnittelu kyseisille tuotteille on melko haastavaa.

Toinen vaihtoehto on siirtää niput siirtovaunulla joka kulkisi esimerkiksi kiskoilla ja siinä olisi hihnakuljetin, joka voisi kääntyä 90°. Tämän tyyppinen siirtomenetelmä olisi järkevästi toteutettavissa vain muotokatteille, sillä poimulevylinjojen puskurilinjat ovat vain n. 250 mm hallin lattiatason yläpuolella, kun taas muotokatelinjojen puskurilinjat ovat n. 600 mm lattiatason yläpuolella.

Ja koska poimulevyjen käsittely jo niiden pituudenkin vuoksi automaattisesti on varsin hankalaa olemassa olevassa tilassa, niin poimulevylinjat päätettiin jättää edelleen nosturilla tyhjennettäväksi ja nippujen siirron automatisoinnissa keskityttiin ainoastaan muotokatelinjoihin. Koska muotokatteiden käsittely myös siirtovaunulla

on hyvin mahdollista, niin järjestelmän kehittämistä päätettiin lähteä viemään eteenpäin sillä ajatuksella, koska se ainakin tuntui edullisemmalta vaihtoehdolta portaalinnosturiin verrattuna.

Jotta siirtovaunulla voitaisiin ongelmitta tyhjätä linjat, niin kaikkien linjojen tulee olla yhtä etäällä siirtovaunusta, joten nykyistä pohjaratkaisua on muutettava tuoltakin osin, sillä linjat on porrastettu toisiinsa nähden.

Jotta siirtovaunulle voidaan kertoa, että miltä linjalta sen tulee nippu noutaa seuraavaksi, niin järkevintä olisi sijoittaa laser-lukija puskurilinjan päähän, joka lukee nipussa olevan viivakoodin, ja lähettää tiedon toiminnanohjausjärjestelmälle siitä, että kyseisen nipun profilointi on valmistunut. Myös siirtovaunua ohjaavalle logiikalle on lähetettävä tieto siitä, että miltä linjalta valmis profiilinippu täytyy noutaa.

4.2 Pakkauslinjat

Pakkauslinjojen automatisointia suunniteltaessa on otettava huomioon, että muotokatelinjoilta tulee niin kotimaahan, kuin vientiinkin meneviä profiilinippuja. Myös nosturilla tehtävät poimulevyprofiilien siirrot tulee huomioida tässä vaiheessa, koska nippujen päätepisteet ovat samoja.

Pakkausprosessi voisi toimia edelleen kahdella käärintäkoneella, mutta ne eivät jakautuisi enää lastausalueen, vaan muotokatteiden ja poimulevyjen mukaisesti. Kahden käärintäkoneen etuna on, että mahdollisessa vikatilanteessa toinen on silti käytettävissä, mikäli turvallisuustekijät eivät ole esteenä.

Muotokatelinjan käärintäkone tulee olla varustettu syöttölinjalla, jolle siirtovaunu luovuttaa profiilinipun, jonka jälkeen se on valmis noutamaan uutta nippua. Tällä menetelmällä siirtovaunun siirtomatkaa saadaan lyhennettyä joitain metrejä, sillä on erittäin tärkeää, että siirtovaunu pystyy noutamaan uuden profiilinipun mahdollisimman pian.

Käärinnän jälkeen profiilinippu tulee siirtää eteenpäin joko kotimaan tai viennin linjalle. Tämäkin tieto voidaan saada viivakoodista jo puskurilinjan päässä olevalta laser-lukijalta, tai asettamalla laser-lukija myös käärintäkoneen yhteyteen.

Eräs ongelma automatisoinnin kannalta on profiloinnista tulevat romupellit ja II-valintaprofiilit, sillä niihin ei tule lainkaan mitään viivakoodeja, mikäli II-valintaprofiileja ei ole erikseen tilattu. Järjestelmän toiminnallisuuden kannalta myös em. profiilit tulisi saada käsiteltyä automaattisesti.

4.3 Layoutmuutokset

Layoutmuutoksia tehdessä pyrittiin mahdollisuuksien mukaan siirtämään olemassa olevia koneita vain välttämättömissä tilanteissa, sillä esimerkiksi yhden profilointilinjan siirtäminen vaatii usean päivän työn ja tuolloin kyseistä tuotetta ei voida toimittaa. Layouteja tehtiin kaksi kappaletta (Liitteet 2 ja 3), joissa pääerona on viennin materiaalivirtojen suunta.

4.3.1 Layout-1

Ensimmäisenä muotokatelinjat siirrettiin samalle tasolle, mutta puskurikuljettimet jouduttiin poistamaan vastaanottolaitteiden perästä, jotta siirtovaunu sopii kulkemaan nipun kanssa ongelmitta. Puskurilinjojen poistaminen on kuitenkin aika riskialtis tekijä, sillä käytännössä siirtovaunun tulisi tällöin kyetä noutamaan valmistunut nippu hyvinkin pian, jotta linjalla voidaan jatkaa uuden erän profiloimista. Muotokatelinjojen siirron vuoksi myös haspeleita jouduttiin siirtämään lähemmäksi rullamuovausyksiköitä, sillä muutoin raaka-aineiden säilytystilaa olisi jouduttu pienentämään.

Siirtovaunun toiminta-alueen määrittämisen jälkeen ko. alueen päähän lisättiin hihnatoiminen vastaanottokuljettimen, joka vastaanottaa profiilinipun siirtovaunun-

ta. Vastaanottokuljettimen molemmille puolille suunniteltiin kulmasuojien automaatio asennuslaite ja heti näiden jälkeen käärintäkone.

Käärintäkoneen perään suunniteltiin rullakuljetin, joka siirtää profiiliniiput kotimaan K1-lastausalueelle. Kuljettimen alkupäähän suunniteltiin ketjutoiminen sivusiirtokuljetin, jolla muotokatelinjoilta tulevat niput voitaisiin siirtää tarvittaessa joko kotimaan K2-lastausalueelle tai vientipakkauslinjalle.

Vientilinjaa varten suunniteltiin uusi linja lähemmäksi profiilointilinjoja, jolloin nosturilla siirrettävää matkaa saatiin lyhennettyä muutama metri. Vanha kapulakuljetin jätettiin uuden kuljettimen viereen omalle paikalleen, sillä sitä voitaisiin hyödyntää mm. puualustojen varastokuljettimena. Tällä menetelmällä saavutettaisiin myös pakkausprosessia häiritsemätön alustavaraston täydennys.

4.3.2 Layout-2

Edellisestä menetelmästä poiketen tähän layoutiin muutettiin ainoastaan vientilinja, joka kuljettaisi profiiliniiput myös samaan päähän profiilointihallia, jossa on kotimaan lastausalue. Vientiin meneville profiiliniipuille ei kuitenkaan olisi tilaa kyseissä hallissa, joten ne tulisi siirtää mahdollisesti sivusiirtokuljettimella hallin ulkopuolelle, josta ne trukilla siirrettäisiin vientilastausalueelle.

Tämä layout toimisi myös silloin, jos kohdassa 3.4.2 mainittu kuormahäkki kotimaahan meneville profiiliniipuille otettaisiin käyttöön ja tällöin ehkä vientiin menevät profiiliniiputkin voitaisiin siirtää trukilla suoraan hallista vientilastausalueelle.

4.4 Linjaston simulointi

Jotta kyseisen linjan toiminta voitaisiin todeta jo linjan suunnitteluvaiheessa, niin tällöin profiilien variaatioitten vuoksi linjan simulointi siihen tarkoitetulla ohjelmistol-

la on lähes välttämättömyys. Alustavan arvion mukaan siirtovaunun nopeus on suunnitelluissa layouteissa kriittisin kohta, jonka vuoksi päätettiin aloittaa karkean simuloinnin tekeminen, jossa keskityttiin ainoastaan siirtovaunun nopeuden simulointiin.

4.4.1 Karkea simulointi

Karkean simuloinnin saavuttamiseksi mitattiin nykyisestä toimintaperiaatteesta eri prosesseihin kulunut aika, ja tulosten avulla Microsoft Excel -ohjelmistolla pystyttiin tekemään arvio siitä, että mikä tulisi olla siirtovaunun nopeus, ja olisiko sen edes periaatteessa mahdollista noutaa nippuja riittävällä nopeudella (Liite 8).

Prosessien ajan lisäksi tarvittiin tieto siitä, mikä olisi tulevaisuudessa maksimi profiointikoneilta tuleva nippujen määrä. Lukumäärien määrittämiseksi tutkittiin ensin vuoden 2008 valmistusmääriä, koska kyseisenä vuonna valmistetut profiilimäärät olivat historian suurimmat.

Taulukosta etsittiin kuukausi, jolloin tuotantomäärät olivat olleet suurimmat ja noista määristä laskettiin, että kuinka monta nippua siirtovaunun tulisi kyetä siirtämään tunnissa, mikäli tuotanto olisi kahdessa vuorossa, kun se vuonna 2008 oli ollut kolmessa vuorossa.

Siirtovaunun nopeuden määrittämiseksi oli ensin mietittävä siirtovaunun sekvenssi, joka on seuraavanlainen:

- nipun (8m) vastaanotto
 - kiihdytys
 - tasainen nopeus
 - hidastus
 - nosto

- vaunun siirto (nippu käännetään vaunun siirron aikana)
 - kiihdytys
 - tasainen nopeus
 - hidastus
 - lasku

- nipun siirto syöttökuljettimelle
 - kiihdytys
 - tasainen nopeus
 - hidastus

- vaunun siirto (kauimmaiselle paikalle takaisin)

Käytännössä on mahdollista, että siirtovaunun paluu voidaan aloittaa jo hieman aikaisemmin, ennen kuin nippu on täysin siirtynyt syöttökuljettimelle, mutta tätä asiaa ei huomioitu simuloinnissa.

Koska yleensä muotokatekoneita on yhtä aikaa kolme käynnissä, niin määritettiin, että mikäli kaikilta koneilta valmistuu nippu yhtä aikaa, niin siirtovaunun on kyettävä tyhjentämään kaikki kolme kauimmaista linjaa kahdessa minuutissa. Tämä perustuu tehtyihin ajan mittauksiin, jossa profilointikoneelta valmistuneen nipun jälkeen kestää keskimäärin kaksi minuuttia, ennen kuin uuden nipun ensimmäinen profiili pudotetaan vastaanottolaitteesta. Jotta kyseiseen aikaan pystyttäisiin, niin siirtovaunun yhden sekvenssin ajaksi saatiin n. 60 sekuntia kauimmaiseen noutopaikkaan.

Kun karkean simuloinnin tulokset oli saatu valmiiksi, niin sen jälkeen täytyi laskea, riittääkö profiilien välinen kitka estämään profiilien liukumisen kiihdytysten ja hidastusten aikana. Kitkakertoimeksi arvioitiin 0,1, joka on voidellun metallin kitkakerroin (Valtanen 2007, 313). Kitkakerroin valittiin voidellun metallin mukaan, koska profiloinnissa käytetään voiteluainetta, ja sitä jää profiilien pinnoille profiloinnin jälkeen.

4.4.2 Tarkka simulointi

Koko järjestelmän tarkka simulointi päätettiin jättää lopullisen järjestelmätoimittajan vastuulle, sillä käytettävissä olevat resurssit eivät antaneet mahdollisuutta sellaisen tekemiseen.

4.5 Profiilinipun käsittely vientilinjalla

Vientilinjalla profiiliniput asetetaan puualustalle, jonka jälkeen ne siirretään van-teutettavaksi. Jotta profiiliniput voidaan asettaa alustalle, niin tällöin puualusta on tuotava ensin linjalle ja sitä on tarvittaessa jatkettava. Alustan jatkaminen tapahtuisi automaattisesti mikäli profiilinippu on pidempi kuin 6,5 metriä.

Profiilinipun asettaminen alustalle vaatii erikoistoimenpiteitä ja yksi mahdollisuus olisi integroida pakkauslinjaan erilliset rullat, jotka nostettaisiin ylös alustan asetuksen jälkeen puitten välistä, ja profiilinippu voitaisiin ajaa rullien päälle. Seuraavassa vaiheessa rullat laskettaisiin takaisin alas, jolloin profiilinippu jää alustan päälle. Profiilinippu tulisi asettua myös keskitetysti alustalle, ja tämän vuoksi linjalla voisi olla tunnistimia, joiden avulla profiiliniput paikoitettaisiin alustalle.

5 TULOKSET

Tässä luvussa käydään läpi tärkeimmät esisuunnittelussa ja kehitystyössä saavutetut tulokset.

5.1 Kevyet ratkaisut

Työn edetessä pääpaino siirtyi kevyistä ratkaisuista kokonaisvaltaisen automatisoidun järjestelmän toteuttamiseen, joten kevyitä ratkaisuja ei vielä tässä vaiheessa lähdetty viemään eteenpäin.

5.1.1 Monitoiminostin profiilinipuille

Valmista tuotetta ei löytynyt kyseisillä toiminnoilla, joten monitoimisesta nostovälineestä tehtiin karkea luonnos (Liite 4). Koska nostovälineiden täytyy olla standardien ja direktiivien mukaisesti valmistettuja, niin erästä nostolaittevalmistajaa pyydettiin tutkimaan, että olisiko luonnoksen kaltainen tuote järkevästi toteutettavissa.

Monitoiminostimessa tulisi olla nostomahdollisuus painopisteen kohdalta sekä vähintään neljä nostoleukaa, joita voitaisiin liikutella leveyssuunnassa siten, että nostin voitaisiin laskea nipun yläpuolelta ja ajaa leuat nipun alle kaukosäätimestä. Tämän jälkeen nippu voitaisiin nostaa ylös ja siirtää pakkauslinjalle. Lisäksi nostovälineessä tulisi olla myös pituussuuntainen säätö, jolloin erimittaisten profiilinippujen siirtäminen sujuisi vaivattomasti.

Turvallisuuden kannalta nostovälineeseen tulisi liittää toiminto, joka estää leukojen avaamisen sekä pituussuuntaisten säätöjen tekemisen silloin, kun profiilinippu on ilmassa pelkän nostovälineen varassa.

5.1.2 Jatkettava vakioalusta ja pakkaustyyppit

Tehdyn alustatestin (3.7.2) perusteella voitiin todeta, että 6,5 metrin mittainen muotokateprofiilinippu kestää 4 metrin alustalla. Laitevalmistajilta löytyi erilaisia puualustan valmistukseen soveltuvia laitteita, mutta tähän tarkoitukseen soveltuvaa laitetta ei kuitenkaan ollut tarjolla valmiina, vaan sekin olisi räätälöitävä tarpeeseen soveltuvaksi. Koska alustojen muuttaminen yhdeksi vakiomittaiseksi alustaksi on myös välttämättömyys automatisoidussa järjestelmässä, niin alustasta tehtiin luonnos (Liite 5), joka lähetettiin valitulle järjestelmätoimittajalle yhtenä ratkaistavana osana.

Pakkaustyyppien määrää saatiin taulukon (Liite 6) avulla vähennettyä 10 kappaleesta 6 kappaleeseen, joka on erittäin merkittävä vähennys sekä helpottava tekijä automatisoinnin suunnittelussa.

5.2 Laajempi automatisointi

Kokonaisuutena tehtiin esisuunnittelu kahdesta hieman erilaisesta layoutista, mutta toimintaperiaatteeltaan ne ovat samanlaisia. Suunnitelluissa järjestelmissä profiilien käsittely ja pakkaus tapahtuu täysin automaattisesti. Molemmissa järjestelmissä on huomioitu myös II-valintalaatujen ja romupeltien käsittely. Lisäksi vientipakkauslinjalla profiiliniput aseteltaisiin alustalle automaattisesti, ja alustojen jatkaminen tapahtuisi automaattisesti profiilinipun pituuden perusteella.

Alustavien arvioiden mukaan järjestelmä on kohtalaisen yksinkertaisesti toteutettavissa, joten kyseisien layoutien perusteella mahdolliset järjestelmätoimittajat kilpailutettiin. Muutama toimittaja ei vastannut lainkaan pyyntöihin, mutta kaksi toimittajaa saatiin kiinnostumaan yhteistyöstä.

Kirjallisen työn päättyessä toiselta järjestelmätoimittajalta oli saatu alustava budjetitarjous (Liite 9), jonka perusteella tähän työhön liittyen laskettiin mahdollisen jär-

jestelmän takaisinmaksuaika (Liite 10). Kyseisessä suunnitelmassa siirtovaunu tyhjentää muotokatelinjojen lisäksi myös poimulevylinjat. Jotta suunnitelma voitaisiin toteuttaa, niin tällöin järjestelmässä olisi oltava mitä todennäköisimmin kaksi siirtovaunua, jotta linjojen tyhjäys sujuisi joustavasti.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyö oli erittäin haastava ja monipuolinen projekti, jossa tutustuttiin Rautaruukin Vimpelin yksikön profiilivalmistukseen hyvin perinpohjaisesti. Opinnäytetyö muodostui kokonaisuudessaan hyvin laajaksi, mutta kuitenkin suunniteltu aikataulu työn osalta piti loppuun asti.

Työn tuloksena saavutettiin kokonaisvaltainen esisuunnittelu automatisoidusta pakkausprosessista, jonka jälkeen valittiin mahdollinen järjestelmän toimittaja, jonka kanssa yhteistyö järjestelmän toteuttamisesta aloitettiin. Opinnäytetyön laajuuden vuoksi työssä keskityttiin pääasiassa kokonaisvaltaiseen pohdintaan, jolloin yksityiskohtaiset ominaisuudet jäivät järjestelmän toimittajan ratkaistaviksi.

Työ sujui kokonaisuudessaan ilman suurempia ongelmia, mutta ainoa negatiivinen asia oli järjestelmätoimittajien suhtautuminen opinnäytetyöhön. Vaikka heti alkuvaiheessa tuotiin esille, että Ruukki on täysipainoisesti mukana toiminnan kehittämisessä, niin kuitenkin muutamat yritykset jättivät mahdollisuutensa käyttämättä.

Kirjallisen osuuden päättyessä ei ollut vielä selvillä, että tuleeko projekti toteutumaan, mutta mahdollisuudet siihen olivat kohtalaisen hyviä ja Vimpelin yksikön kilpailukyvyyn säilyttämiseksi se olisi erittäin tarpeellista tulevaisuutta ajatellen.

LÄHTEET

- All About ERP and Business Softwares. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 29.10.2010]. Saatavissa: <http://www.abouterp.com/index.html>
- Andersson, J-O. Ekström, G. & Gabrielsson, A. 2001. Kannattavuussuunnittelu ja –laskenta. 3. uud. p. Juva: WS Bookwell Oy.
- Blomqvist, M. & Tanskanen, K. 2004. Toimitusketjun hallinta. J-M. Lehtonen (toim.) Tuotantotalous. Helsinki: WSOY.
- Code 39 Barcode. [verkkajulkaisu]. [Viitattu 31.10.2010]. TechnoRiver. Saatavissa: <http://www.technoriversoft.com/Code39Barcode.html>
- ERP Software From SAP. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 30.10.2010]. Saatavissa: <http://www.sap.com/solutions/business-suite/erp/index.epx>
- Vanhamaa, M. 2009. Lean-ajattelu integroidussa tuotekehityksessä. P. Huhtala & A. Pulkkinen (toim.) Tuotettavuuden kehittäminen: Parempi tuoteisto useasta näkökulmasta. Helsinki: Teknologiainfo Teknova Oy, 177–221.
- Häkkinen, K. 2003. Tuotannonohjaus pk-konepajateollisuuden alihankintaprosessissa. [Verkkajulkaisu]. Espoo: VTT. VTT Tiedotteet. [Viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2003/T2225.pdf>
- Junnila, H. 1996. Paavo Rannila Oy 1961-1991: pienyrityksestä markkinajohtajaksi. Vimpeli: Rumtec.
- Järvi-Kääriäinen, T. & Ollila, M. 2007. Toimiva pakkaus. Helsinki: Pakkausteknologia-PTR.
- Kerzner, H. 2003. Project management: a system approach to planning, scheduling, and controlling. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Knuutila, H. 2005. Investointilaskut. [Verkkajulkaisu]. Tampere: Tampereen teknillinen yliopisto. [Viitattu 31.10.2010]. Saatavissa: <http://www.tut.fi/units/me/ener/kurssit/2504010/investointilaskut.pdf>

- Metso, L. 2010. SAP pikaohje. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 30.10.2010].
Saatavissa:
https://noppa.lut.fi/noppa/opintojakso/cs30a0150/.../sap_yleisohje.pdf
- Tenhiälä, A. 2007. ERP-ja APS-järjestelmien erikoiskurssi. [Verkkojulkaisu]. Helsinki: Tekniikan yliopisto. Kurssimateriaali. [Viitattu 31.10.2010]. Saatavissa:
http://www.swbusiness.fi/attachments/080207_erp-jarjestelmien_ominaisuudet.pdf
- Valtanen, E. 2007. Tekniikan taulukkokirja. 15. painos. Jyväskylä: Genesis-Kirjat Oy
- Yleistietoa tuotteista ja ominaisuuksista. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 10/2010]. Rautaruukki Oyj. Saatavissa: <http://www.ruukki.com>